

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2002-223144

(43) Date of publication of application : 09.08.2002

(51) Int.Cl.

H03H 9/17

(21) Application number : 2001-390378

(71) Applicant : AGILENT TECHNOL INC

(22) Date of filing : 21.12.2001

(72) Inventor : RUBY RICHARD C  
LARSON III JOHN D  
BRADLEY PAUL D

(30) Priority

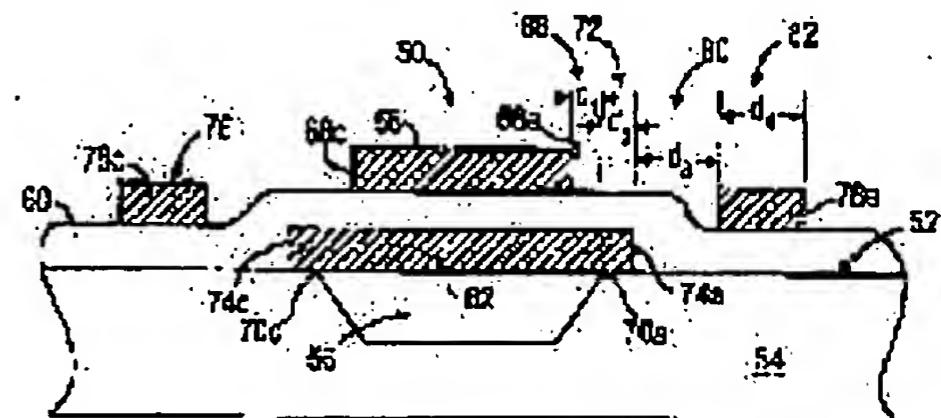
Priority number : 2000 746525 Priority date : 21.12.2000 Priority country : US

## (54) BULK ACOUSTIC RESONATOR PERIMETER REFLECTION SYSTEM

### (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a bulk acoustic resonator with high quality that reduces an energy loss by lateral mode oscillation.

**SOLUTION:** This invention provides the bulk acoustic resonator (50) having a substrate (54), a depression (56) formed thereon, a 1st electrode (62), a 2nd electrode (58) and a piezoelectric material (60). The 1st electrode extends beyond the edges of the depression by a 1st distance (d2). The portion of the 2nd electrode has at least one edge that is offset from a corresponding edge by a 2nd distance (d1), the overlapped portion among the 1st and 2nd electrodes and the piezoelectric material forms the elastic cavity of the resonator, the 1st and 2nd regions have different impedances, as a result of the different materials located in the two regions. In addition, the 1st and 2nd distances (d2, d1) are approximately equal to a quarter-wavelength of an elastic wave traveling laterally across the respective regions.



[Date of request for examination] 21.12.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2002-223144  
(P2002-223144A)

(43)公開日 平成14年8月9日(2002.8.9)

(51)Int.Cl.  
H03H 9/17

識別記号

F I  
H03H 9/17テーマコード(参考)  
F 5J108

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全8頁)

(21)出願番号 特願2001-390378(P2001-390378)  
 (22)出願日 平成13年12月21日(2001.12.21)  
 (31)優先権主張番号 09/746525  
 (32)優先日 平成12年12月21日(2000.12.21)  
 (33)優先権主張国 米国(US)

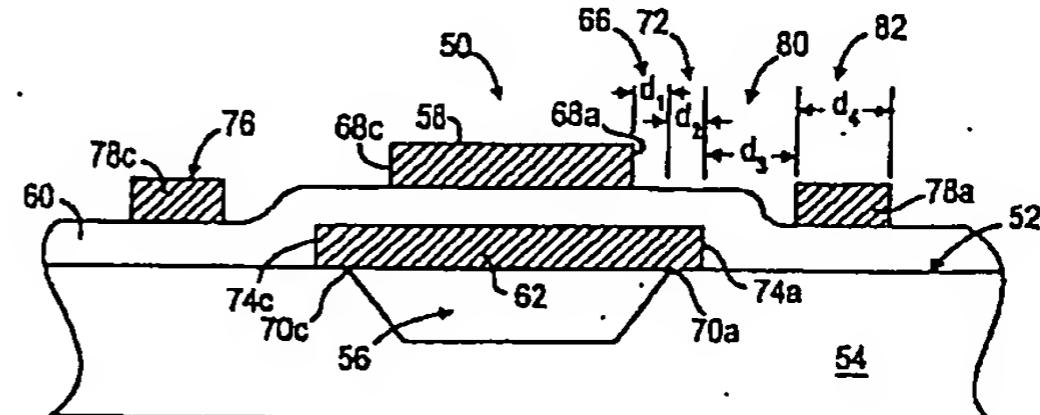
(71)出願人 399117121  
 アジレント・テクノロジーズ・インク  
 AGILENT TECHNOLOGIES,  
 INC.  
 アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアル  
 ト ページ・ミル・ロード 395  
 (72)発明者 リチャード・シー・ラビー  
 アメリカ合衆国カリフォルニア州94025,  
 メンロ・パーク, ナインス・アベニュー  
 567  
 (74)代理人 100099623  
 弁理士 奥山 尚一 (外2名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】バルク弾性共振器周辺反射システム

## (57)【要約】

【課題】 横モード発振によるエネルギー損失を低減した高品質のバルク弾性共振器を提供すること。  
 【解決手段】 基板(54)と、そこに形成された凹部(56)と、第1の電極(62)および第2の電極(58)と、および、圧電材料(60)とを備えているバルク弾性共振器(50)。第1の電極は第1の距離( $d_1$ )だけ凹部のエッジを超えるように延び、第2の電極の部分は、第2の距離( $d_2$ )だけ凹部の対応するエッジからオフセットされている少なくとも1つのエッジを備え、第1および第2の電極と圧電材料との重なりは、共振器の弾性キャビティを形成し、第1および第2の領域は、これらの2つの領域における材料が違うために、互いに異なるインピーダンスを有している。さらに、第1および第2の距離のそれを、それぞれの領域を側方に通過する弾性波の $1/4$ 波長にはほぼ等しくする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面に形成した凹部を備えた基板と、前記基板の前記表面上で前記凹部を覆うように配置され、第1の距離( $d_1$ )だけ前記凹部の複数のエッジを超えて延びてそれらの間に第1の領域が画定された第1の電極と、前記基板の前記表面上で前記第1の電極を覆うように配置した圧電材料と、

前記圧電材料上に配置されるとともに前記凹部上に配置された部分を含む第2の電極であって、前記部分が、第2の距離( $d_2$ )だけ前記凹部の対応するエッジからオフセットされている少なくとも1つのエッジを備えて前記凹部上に配置されてそれらの間に第2の領域が画定され、前記第2の領域は、前記第1の領域のインピーダンスとは異なるインピーダンスを備えている第2の電極とを有し、前記第1の電極と前記圧電材料と前記第2の電極の重なりが、前記共振器の弹性キャビティを形成する、弹性共振器。

【請求項2】 前記第1および第2の領域のそれぞれが、領域を側方に横切って進む弹性波の1/4波長にはほぼ等しい幅( $d_1'$ 、 $d_2'$ )を備えている請求項1に記載の弹性共振器。

【請求項3】 前記第1の領域の幅( $d_1$ )が、前記第2の領域の幅( $d_2$ )よりも狭い請求項2に記載の弹性共振器。

【請求項4】 前記圧電材料上に配置した構造をさらに備え、前記凹部の対応する前記エッジからオフセットされた前記第2の電極のエッジの少なくとも1つに対応して前記第1の電極のエッジから所定の距離( $d_3$ )に前記構造を配置しており、第3の領域が、前記第1の電極の前記エッジから前記構造に延びており、前記第3の領域は、前記第1の領域のインピーダンスとは異なるインピーダンスを備え、前記所定の距離( $d_3$ )は、前記第3の領域を側方に横切って進む弹性波の1/4波長にはほぼ等しい、請求項1に記載の弹性共振器。

【請求項5】 第4の領域が、前記構造によって画定され、前記第4の領域は、前記第3の領域のインピーダンスとは異なるインピーダンスを備え、前記第4の領域は、前記第3の領域を側方に横切って進む弹性波の1/4波長にはほぼ等しい幅( $d_4$ )を備えている請求項4に記載の弹性共振器。

【請求項6】 前記構造は、複数の部分を備え、所定の距離( $d_5$ )だけ前記第1の電極の対応するエッジから離れてそれぞれの部分を配置する、請求項4に記載の弹性共振器。

【請求項7】 前記複数の部分は互いに接続され、前記構造は前記第1の電極の複数のエッジの周りに延ばされている、請求項6に記載の弹性共振器。

【請求項8】 前記凹部上の前記圧電材料に配置された少なくとも1つの構造をさらに備え、前記少なくとも1

つの構造は、前記凹部の対応する前記エッジからオフセットされている前記第2の電極の前記少なくとも1つのエッジから所定の距離( $d_1'$ )に配置され、第3の領域が、前記第2の電極の前記エッジから前記構造に延びており、前記所定の距離( $d_1'$ )は、前記第3の領域を側方に横切って進む弹性波の1/4波長にはほぼ等しく、その際第4の領域は、前記構造によって画定され、前記第4の領域は、前記第3の領域のインピーダンスとは異なるインピーダンスを備え、前記第4の領域は、前記第4の領域を側方に横切って進む弹性波の1/4波長にはほぼ等しい幅( $d_4'$ )を備えている、請求項1に記載の弹性共振器。

【請求項9】 2つの構造が前記凹部上の前記圧電材料に平行に配置され、その第2の構造は、前記第1の構造から第2の所定の距離( $d_1'$ )に配置され、前記第2の所定の距離( $d_1'$ )は、前記第1および第2の構造間の第5の領域を側方に横切って進む弹性波の1/4波長にはほぼ等しく、第6の領域は、前記第2の構造によって画定され、前記第6の領域は、前記第6の領域を側方に横切って進む弹性波の1/4波長にはほぼ等しい幅( $d_6'$ )を備えている、請求項8に記載の弹性共振器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、弹性共振器(acoustic resonator)に関し、さらに詳しくは、電子回路におけるフィルタとして使うことができる弹性共振器に関する。

## 【0002】

【従来の技術】電子機器の低コスト化と小型化に対する要求から、小さなフィルタ部材が継続的に要求されている。携帯電話や小型ラジオのようなコンシューマーエレクトロニクスでは、内蔵される部品の大きさとコストに対して厳しい制限が加えられている。これらの装置の多くは、正確な周波数に同調しなければならないフィルタを使っている。従って高価でなく小型のフィルタ装置を提供するために継続的な努力がなされてきた。

【0003】これらのニーズに適う可能性のあるフィルタ部材のあるタイプは、弹性共振器から構成される。これらのデバイスは、薄膜圧電材料中においてバルク縦弹性波を使う。1つの簡単な構成において、圧電材料層が、2つの金属電極間に挟持される。この挟持構成は、周囲を支持されつつ空気中に吊り下げられる。電圧を加えて2つの電極間に電界が発生させられると、圧電材料は、いくらかの電気エネルギーを弹性波の形で機械エネルギーに変換する。弹性波は、電界と同じ方向である縦方向に伝播して電極・空気界面で反射する。さらに、弹性波は、電界を横切る方向にも伝播して電極あるいは構造のエッジにおいて種々の不連続部分で反射する。

【0004】このデバイスは、エレクトロニクスに接続可能な機械的な共振器である。従って、このデバイス

は、フィルタであることができる。材料中の音の所定の位相速度に対しては、機械的な共振周波数は、デバイスを縦に伝播する弾性波の $1/2$ 波長がデバイス全体の厚さに等しくなるようなものである。音の速度は光の速度よりも4桁遅いので、得られる共振器は、非常に小型になる。GHzの範囲に適用される共振器は、直徑が100ミクロン未満、厚さが数ミクロンの物理的な大きさで構成できる。

【0005】薄膜バルク弾性共振器 (thin film bulk acoustic resonator:FBAR) と積層薄膜バルク弾性共振器 (stacked thin film bulk wave acoustic resonator:SBAR) は、1~2ミクロンのオーダーの厚さを備えたスバッタされた圧電薄膜を含んでいる。表面と底面の電極が、圧電薄膜を挟持して圧電材料を貫く電界を作り出す。言い換えれば、圧電薄膜は、この電界の一部分を機械的な場に変換する。FBARは圧電材料の単一層であって、吸収フィルタとして機能する。S BARは、2以上の層を積み重ねて構成され、その電極が、層間のこの積み重ねの表面と底面との間に構成される。S BARは、通常、透過フィルタとして使われる。

【0006】以下の説明を簡単にするために、本発明はFBARに関して説明されるが、本発明の示唆するところは、同様にS BARにも適用できることは明らかであろう。圧電薄膜のうち電極の重ね合わせ間に含まれている部分は、弾性キャビティを形成する。このキャビティの主たる発振モードは、圧縮、シェアおよびプレート型で、弾性波が電極の面に直交する縦方向に伝播するものである。不運なことに、励起可能な他の発振モードが存在する。これらのいわゆる「横モード(lateral mode)」共振は、電極の面に平行に伝播して弾性キャビティの壁あるいは電極層のエッジの不連続部分で反射する弾性波に対応するものである。これらの横モードが生じると、機械的なエネルギーが熱として失われる。このエネルギーの損失は、FBARのクオリティ (quality、共振の尖鋭さ) に悪影響を及ぼす。横モード共振によるエネルギー損失の低減は、FBARのクオリティ・ファクター (Q値) を改善し、シャープな周波数共振フィルタ、送受切換器および低い位相雑音の発振器の設計を可能にする。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、横モード発振によるエネルギー損失を低減した高品質のバルク弾性共振器を提供することにある。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の1つの実施例によれば、弾性共振器は、基板と、第1および第2の電極と、および、圧電材料とを備えている。基板は、その表面に形成された凹部を備える。基板の表面の凹部をおおって配置される第1の電極は、電極・空気界面を提供するものであって、第1の距離だけ凹部のエッジを超える

よう延びてそれらの間に第1の領域を形成する。圧電材料は、基板の表面であって第1の電極を覆うように配置されている。第2の電極は、圧電材料上に配置され、凹部の上に位置する部分を備えている。凹部の上に位置する第2の電極の部分は、第2の距離だけ凹部の対応するエッジからオフセットされている少なくとも1つのエッジを備えて第2の領域をそれらの間に形成する。第1および第2の電極と圧電材料との重なりは、共振器の弾性キャビティを形成する。第1および第2の領域は、これら2つの領域における材料が違うために、互いに異なるインピーダンスを有している。さらに、第1および第2の距離のそれぞれは、それぞれの領域を側方に通過する弾性波の $1/4$ 波長にほぼ等しいので、これらの領域のエッジからの反射は、強めあうように干渉しあって共振器の反射率を最大にする。こうして、第1および第2の領域は、ブレーカー反射体として機能し、横モード共振から共振器の弾性キャビティへもどって弾性波を反射し、これらの弾性波は、次いで必要な主たる発振モードに変換される。

【0009】弾性共振器は、その上の周辺反射システムを備えて横モード共振器から共振器の弾性キャビティに戻る追加の弾性波を反射する。周辺反射システムは、第1の電極の周囲の圧電材料上に配置された構造や凹部の上であって第2の電極周囲の圧電材料上に配置された構造を備えることができる。前者の例として、凹部の対応するエッジからオフセットされている第2の電極のエッジに対応する第1の電極のエッジから所定の距離に位置させられた構造を含む。第3の領域が、第1の電極のそのエッジからこの構造に延びている。第3の領域は、第2の領域のインピーダンスとは異なるインピーダンスを備え、従って、所定の距離は、この第3の領域を側方に通過する弾性波の $1/4$ 波長にほぼ等しくなる。構造それ自身は、第3の領域のインピーダンスとは異なるインピーダンスを備えた第4の領域を形成し、従って、この第4の領域の幅は、この第4の領域を側方に通過する弾性波の $1/4$ 波長にほぼ等しくなる。

【0010】後者の構造の例が、凹部の上の圧電材料に配置されるとともに凹部の対応するエッジからオフセットされている第2の電極のエッジから所定の距離にあるそれである。第3の領域は、構造に対して第2の電極のそのエッジから延び、従って、所定の距離は、この第3の領域を側方に通過する弾性波の $1/4$ 波長にほぼ等しくなる。上述の実施例と同じように、構造それ自身は、第3の領域のインピーダンスとは異なるインピーダンスを備える第4の領域を形成し、第4の領域の幅は、この第4の領域を側方に通過する弾性波の $1/4$ 波長にほぼ等しくなる。

【0011】本発明の他の実施例に従って、弾性共振器を構成する方法を説明する。この方法は、その表面に形成された凹部と表面に配置された第1の電極を備えた基

板を用意することを含む。第1の電極は、凹部上に配置されるとともに第1の距離だけこの凹部のエッジを超えて延びてそれらの間に第1の領域を形成する。この方法は、さらに第1の電極上の基板の表面に圧電材料を付着させるとともにこの圧電材料上に第2の電極を付着させることを含む。第1および第2の電極と圧電材料との重なりは、共振器の弾性キャビティを形成する。第2の電極は、第2の距離だけ凹部の対応するエッジからオフセットされている少なくとも1つのエッジを備えた凹部上に配置された部分を含んでそれらの間に第2の領域を形成する。この第2の領域は、第1のインピーダンスとは異なるインピーダンスを備えている。さらに第1と第2のそれぞれの距離は、各領域を側方に横切って通過する弾性波の1/4波長にほぼ等しく、および、第1および第2の領域は、ブレッグ反射体を形成する。上述したような他の構造は、また横モード共振からさらに弾性波を共振器の弾性キャビティに反射して戻るように追加されても良い。本発明は、類似した参照符号を種々の図において共通した部材に用いている添付の図面を参考することによって、当業者には理解容易なものであるとともに多くの目的、構成および利点も明らかなことであろう。

## 【0012】

【発明の実施の形態】本発明は、それぞれ、FBARとSBARの断面図である図1と図2を参照すると容易に理解することができる。図1において、基板12により形成されているFBAR10は、底部と表面の電極14と18をそれぞれ備えており、これらの電極は、圧電材料16のシートを挟んでいる。圧電材料16は、凹部20の上に吊り下げられてFBARの底部に電極・空気界面を形成している。凹部20は、通常、基板12の一部分を腐食して除去することによって作られる。圧電材料は、窒化アルミニウムAINであることが好ましいが、他の圧電材料が使われても良い。電極14と18は、モリブデンで作られることが好ましいが、他の材料を使って実施例を構成しても良い。座標系22は、z軸がいすれかのモード型の縦方向に向いた波に対応し、x軸とy軸が、圧縮、シェアあるいはプレートモード型の横断方向に向いた波に対応するように方位を定められている。

【0013】これらのデバイスは、必要な共振器モードに従って薄膜圧電材料におけるz軸に平行な方向に伝播するバルク圧縮あるいはシェア弾性波を用いるように設計されている。電圧を印加されることによって電界が2つの電極間に発生させられるとき、圧電材料は、いくらかの電気エネルギーを弾性波の形の機械エネルギーに変換する。弾性波は、24で示される電界と同じ方向に伝播して電極・空気界面において反射する。

【0014】機械的な共振の際には、デバイスはエレクトロニクスの共振器と考えられるので、デバイスは、ノッチフィルタとして機能できる。機械的な共振周波数

は、デバイス内を進行する弾性波の半波長が材料中の弾性波の所定の複合位相速度に対してデバイスの全体の厚さに等しくなるような周波数である。弾性波の速度は光の速度よりも4桁遅いので、得られた共振器は、非常に小型にできる。GHzの範囲に適用される共振器は、長さ100ミクロン、厚さ数ミクロンのオーダーの物理的な大きさで構成できる。

【0015】図2は、SBAR30の断面図である。SBARは、帯域通過フィルタの電気的機能に類似した機能を備えている。SBAR30は、基本的には機械的に接続された2つのFBARフィルタである。圧電材料の底部下方の凹部は、この図からは省略されている。圧電層36の共振周波数における電極32と34間の信号は、圧電層38に弾性波エネルギーを伝播する。圧電材料層38の機械的な発振は、圧電材料によって電極34と40間の電気信号に変換される。

【0016】再び図1において、必要なタイプの波を発生させるために電位がz方向に電極間に与えられたとき、横断方向に向いた機械的な変形が発生し、圧電層内を側方に進行する弾性波を励起する。これらの弾性波では、24で示される電極のエッジにおける密度の急激な変化による反射が支配的となるが、凹部のエッジによつてあるいは圧電層のエッジによっても反射され得る。弾性波の一部分は、エッジにおいて反射されずにエッジを通過して熱損失となる。これらの横モードによるこのエネルギーの損失は、FBARのクオリティ・ファクター(Q値)を低下させるものである。

【0017】図3～図5は、本発明の1つの実施例に従ったFBAR50の具体例を示すものである。図3は、FBARの平面図であり、図4と図5は、それぞれ、4-4線と5-5線に沿って見た断面図である。FBAR50は、基板54の表面52(図4、図5)に形成され、基板54の凹部56の上に配置されてFBARの底部に電極・空気界面を提供している。FBAR50は、表面の電極層58、圧電材料層60および底部の電極層62を備えている。図3において、底部の電極層62と凹部56は、破線で示され、どちらも圧電材料層60の下方に配置されている。表面の電極層58は、基板54の表面52における凹部56の上に延びている部分64を備えている。表面の電極層58の部分64、圧電材料層60および底部の電極層62の重なりは、FBARの弾性キャビティを形成している。

【0018】本発明によるFBAR50は、従来周知のFBARよりも高いQ値を備えた改善されたFBARである。これは、FBARからのエネルギーの損失を小さくするようなFBAR周囲の周辺反射システムによるものである。周辺反射システムは、横モード共振からのエネルギーを循環してそのエネルギーを弾性キャビティに戻してFBARの主たる発振モードに再度変換させることができるブレッグ反射体として働く複数の領域を有し

ている。

【0019】周辺反射システムは、表面の電極層58の部分64におけるエッジ68a、68bおよび68cから凹部56における対応するエッジ70a、70bおよび70cへと延びている第1の領域66と、凹部56における対応するエッジ70a、70bおよび70cから、底部の電極62における対応するエッジ74a、74bおよび74cへと延びている第2の領域72とを有している。図4と図5に最も良く示されているように、第1の領域66は、圧電材料層60と、凹部56の上に配置されている底部の電極62の一部分を備えている。第2の領域72は、圧電材料層60と、底部の電極62および基板54を備えている。第1の領域と第2の領域の材料を変えることによって、第1の領域は、第2の領域のインピーダンスとは異なるインピーダンスを有するようになる。第1の領域におけるインピーダンスは、第1の領域が表面の電極58を含んでいないので、FBARの弾性キャビティのそれともさらに異なっている。

【0020】第1の領域66は、表面の電極58におけるエッジ68a、68bおよび68cから凹部56における対応するエッジ70a、70bおよび70cまでの距離に等しい幅あるいは距離d<sub>1</sub>を有している。同様に、第2の領域72は、凹部56におけるエッジ70a、70bおよび70cと底部の電極62における対応するエッジ74a、74bおよび74cとの間の距離である幅あるいは距離d<sub>2</sub>を有している。それぞれの距離d<sub>1</sub>とd<sub>2</sub>は、それぞれの領域を側方に横切って進行する弾性波の1/4波長にほぼ等しい。本発明による好ましい実施例においては、距離d<sub>1</sub>は、距離d<sub>2</sub>よりも大きく、距離d<sub>1</sub>は、ほぼ2ミクロンである。FBARの弾性キャビティと第1の領域との間のインピーダンスおよび第1の領域と第2の領域とのインピーダンスの不整合のために、横モード共振からの弾性波のいくらかが、FBAR50の弾性キャビティに反射して戻される。このようにして、第1および第2の領域66と72の配置は、横モード共振のFBAR50による抑制を可能にしている。

【0021】周辺反射システムは、FBAR50付近に構造76をさらに配置している。本発明の好ましい実施例によれば、構造76は、複数の部分78a、78bおよび78cを備え、一方の側を除いてFBAR50を囲している。しかしながら、構造76はもっと少ない部分で構成できることに当業者は気付くであろう。その上、この部分は、互いに接続されている必要もない。それぞれの部分78a、78bおよび78cは、距離d<sub>3</sub>だけ第1の電極における対応するエッジ74a、74bおよび74cからオフセットされている。このようにして、距離d<sub>3</sub>に等しい幅を備えた第3の領域80が、底部の電極におけるエッジ74a、74bおよび74cと構造76の間に形成される。第3の領域80のインピー-

ダンスは、第2の領域72のそれとは異なる。インピーダンスのこの差は、第3の領域80に底部の電極層62がないためである。このようにして、第3の領域80は、圧電材料層60と基板54のみを含む。第3の領域80の距離d<sub>4</sub>は、この第3の領域80を側方に横切って通過する弾性波の1/4波長にほぼ等しくなるように選択されているので、第3の領域80のエッジにおける反射は、強めあうように干渉する。

【0022】構造76は、それぞれ表面と底部の電極58と62の材料と同じ材料から作られることが好みしく、表面電極58と同時に圧電材料層60に付着できる。構造76は、幅d<sub>5</sub>を有している。幅d<sub>5</sub>を有している第4の領域82が、この構造76、圧電材料層60および基板54を含んでいる。第4の領域82のインピーダンスは、第3の領域80のそれとは異なっている。第4の領域82の幅d<sub>6</sub>を、第4の領域82を側方に横切って通過する弾性波の1/4波長にほぼ等しくなるように選択しているので、第4の領域82のエッジにおける反射は、強めあうように干渉する。

【0023】このようにして、本発明による周辺反射システムにおいて、第1の領域66、第2の領域72、第3の領域80および第4の領域82のそれぞれにおける距離d<sub>1</sub>、d<sub>2</sub>、d<sub>3</sub>およびd<sub>4</sub>を、注意深く選択しているので、FBAR50における横モード共振に対して、それぞれの領域におけるエッジから反射する弾性波は、強めあうように干渉してFBAR50の反射係数を最大にする。その結果、これらの領域はブレグ反射体として働き、損失となるおそれのあった横モード共振からのエネルギーは、FBAR50の弾性キャビティに反射して戻される。弾性キャビティへの反射による戻りが生じると、エネルギーは、電極の面に直交する縦方向にあるFBARの必要な主たる発振モードに変換される。

【0024】図には示されていないが、構造76に類似する追加の構造が構造76の周囲に間隔を置いて配置でき、FBARの弾性キャビティに反射して戻される横モード共振からのエネルギーの割合を増加することができることは、当業者には明らかなことであろう。周辺反射システムに設けられるブレグ反射体が増加すると、周辺反射システムは、FBARの弾性キャビティに反射して戻されるエネルギーのすべてを反射する理想反射鏡にさらに近づく。

【0025】周辺反射システムを含むFBAR50は、基板上に以下のようにして構成することができ、これは、例えば、従来周知のシリコンウェーハ上にFBARを同時に製造することを含む。しかしながら、簡単のために、議論を单一のFBARに限ることにする。凹部56が、まず基板54の表面52に腐食される。次いで、熱酸化物の薄膜が、表面52に成長させられて、引き続く工程に使われるリンシリカガラス(phosphor-silicaglass:PSG)からリンが基板54内に拡散することを

防止する。この拡散は、基板となっているシリコンに導電性を与える、最終的なデバイスの電気的な動作の邪魔をする。

【0026】犠牲的なPSG層(図示せず)は、次いでほぼ8%のリンを含むソフトなガラス状の材料を構成するシリケーン(silicane、シラン)とP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>を用いて約450°Cの温度で表面52に付着される。PSG層は、次いでスラリを用いて研磨され凹部56外部のPSGの部分を除去して凹部56のPSG部分を「鏡面状」に仕上げる。基板は、次いで洗浄される。

【0027】洗浄後、電極層が付着されるとともに選択的に腐食されてFBAR50の底部の電極62を形成する。モリブデン、アルミニウム、タングステン、金、プラチナおよびチタンのような種々の材料が、電極として使える。モリブデンが、低い熱弾性ロスを備えているので共振器に使うのに適している。

【0028】この底部の電極62が付着された後、圧電材料層60が、付着される。1つの実施例において、圧電材料層は、約0.1ミクロンから10ミクロンの範囲にある厚さを備えたAINのスパッタ蒸着層である。底部の電極62と同じ材料から構成される表面の電極層58と構造76が、次いで圧電材料層60に付着され選択的に腐食される。

【0029】次いで、基板の底部が、ラッピング、プラズマ腐食あるいは化学・機械研磨(CMP)処理によって薄くされて基板の下方から材料を除去されて熱的な特性を改善されるとともに形成されるフィルタへの電磁的な影響を小さくされる。犠牲的なPAG層と熱酸化物層は、底部の電極62が付着された後いつでも凹部56から除去できる。本発明の好ましい実施例において、PAG層と熱酸化物層は、基板が薄くされた後に除去される。ピア(図示せず)が、PSG層を露出させるように基板に形成され、従って、PSG層と熱酸化物層が、H<sub>2</sub>O:HF希釈液中で腐食することによって除去される。得られたFBARが、図3～図5に示されている。

【0030】図6と図7は、本発明による周辺反射システムを備えたFBAR50'の他の実施例を示すものである。FBAR50'は、第1および第2の複数のエレメントの反射体を含む周辺反射システムである。第1の複数エレメント反射体は、部材84a、84bおよび84cを備え、第2の複数エレメント反射体は、部材86a、86bおよび86cを備える。追加の複数エレメント反射体を備えることができるが、図示を簡単にするために示されていない。

【0031】図7にもっとも良く示されているように、基板54に形成された凹部56上には配置されていない図3～図5に示される構造76とは異なり、第1および第2の複数エレメント反射体が、凹部56上に配置されてより効果的な構造を提供している。反射体部材84a、84b、84c、86a、86bおよび86cは、

より高い弹性インピーダンスを備えている。反射体部材84a、84bおよび84cのそれぞれは、表面の電極58の対応するエッジから距離d<sub>1</sub>'だけ離れて配置されるとともに幅d<sub>2</sub>'を備えている。同様に、反射体部材86a、86bおよび86cのそれぞれは、反射体部材84a、84bおよび84cからそれぞれ距離d<sub>3</sub>'だけ離れて配置されるとともに幅d<sub>4</sub>'を備えている。反射体部材86a、86bおよび86cは、基板54に形成された凹部56のそれぞれのエッジ70a、70bおよび70cから距離d<sub>5</sub>'だけ離れて配置され、凹部56のエッジ70a、70bおよび70cは、底部の電極62のそれぞれのエッジ74a、74bおよび74cから距離d<sub>6</sub>'だけ離れて配置されている。距離d<sub>1</sub>'、d<sub>2</sub>'、d<sub>3</sub>'およびd<sub>4</sub>'と幅d<sub>2</sub>'およびd<sub>4</sub>'は精密に選択されているので、そのそれぞれは、特定の領域を横切って側方に進行する弹性波の1/4波長にほぼ等しく、横モードをFBAR50'に同位相で反射して戻される。

【0032】図3～図5における構造76に類似した追加の複数エレメント反射体あるいは構造が、第1および第2の複数エレメント反射体周囲の凹部56の外側に設けることができる。複数エレメント反射体を備えたFBAR50'は、図3～図5におけるFBAR50に関して上述したやり方に類似したやり方で作られる。

【0033】上述したように、本発明は、横モード共振からのエネルギーの少ない改善されたFBARを提供する。FBARの周辺反射システムと周囲の構造は、横モード共振からのエネルギーをFBARの弹性キャビティに再び戻させる一連のブレグ反射体を形成して、その際、そのエネルギーは、望ましい縦モードに変換される。本発明は、高いQ値を備えた改善されたFBARを提供し、シャープな周波数共振フィルタ、送受切換器および低い位相雑音の発振器の設計を可能にする。

【0034】本発明の特定の実施例が図示されるとともに説明されたが、変更や修正がその広い観点において本発明から逸脱することなく行えるものであることは、当業者には自明のことであろう。例えば、図示されているFBARの弹性キャビティは矩形の形状を備えているが、弹性キャビティは、どのような多角形でも良い。特に、横モードによって生じせしめられる吸収異常を少なくするために不規則な多角形形状(例えば、不規則な四辺形)を備えた弹性キャビティが好都合である。本発明による周辺反射システムは、非矩形の弹性キャビティを備えたFBARのために設計できる。このようにして、書き添えられている特許請求の範囲は、このような変更および修正のすべてを本発明の真の精神および範囲内に入るようにそれらの範囲に含めるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】FBAR共振器の断面図である。

【図2】SBAR共振器の断面図である。

11

【図3】本発明の1つの実施例に従ったF B A Rの平面図である。

【図4】図3の線4-4にほぼ沿って見た断面図である。

【図5】図3の線5-5に沿って見た断面図である。

【図6】本発明の他の実施例に従ったF B A Rの平面図である。

【図7】図6の7-7線にほぼ沿って見た断面図である。

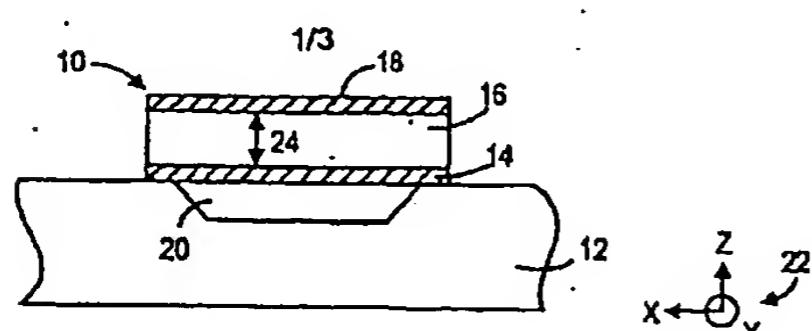
### 【符号の説明】

5 0 弹性共振器  
5 2 基板表面  
5 4 基板

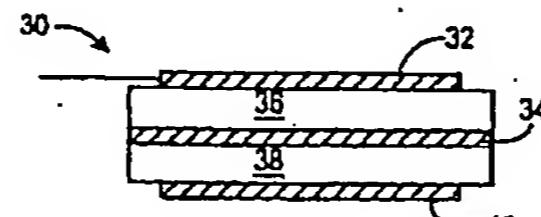
- \* 5 6 凹部
- 5 8 第2の電極
- 6 0 圧電材料
- 6 2 第1の電極
- 6 4 部分
- 6 8 a、6 8 b、6 8 c 第2の電極のエッジ
- 7 0 a、7 0 b、7 0 c 凹部のエッジ
- 7 2 第1の領域
- d<sub>1</sub> 第2の距離
- d<sub>2</sub> 第1の距離
- 7 6 構造
- 7 4 a、7 4 b、7 4 c 第1の電極のエッジ
- 8 4 a、8 4 b、8 4 c 構造
- 8 6 a、8 6 b、8 6 c 構造

12

### 〔図1〕

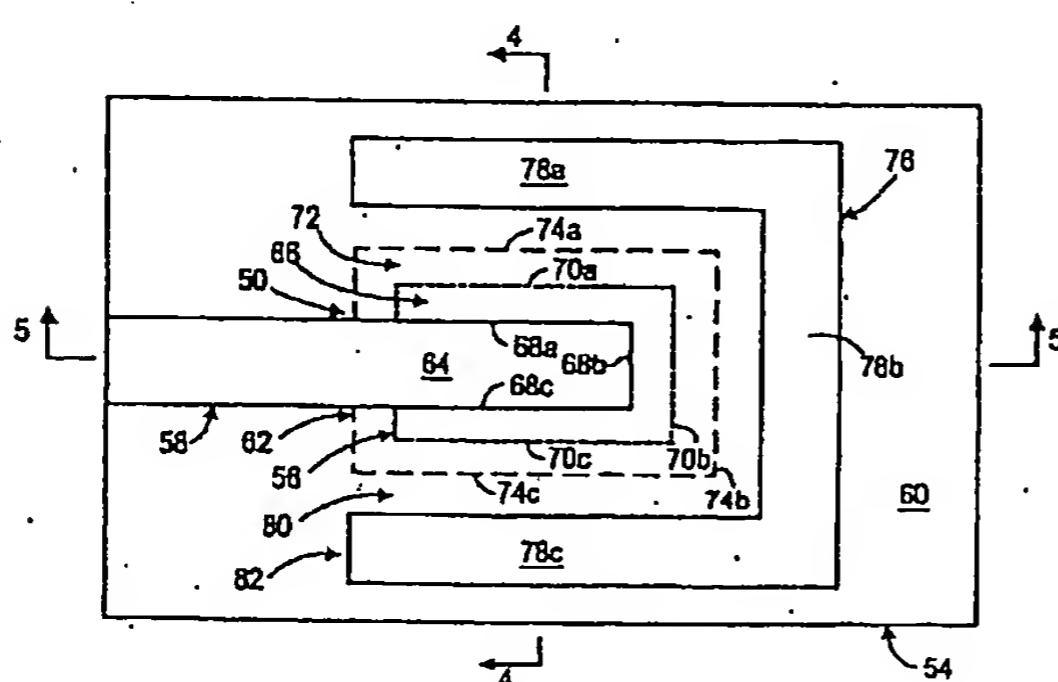


〔図2〕



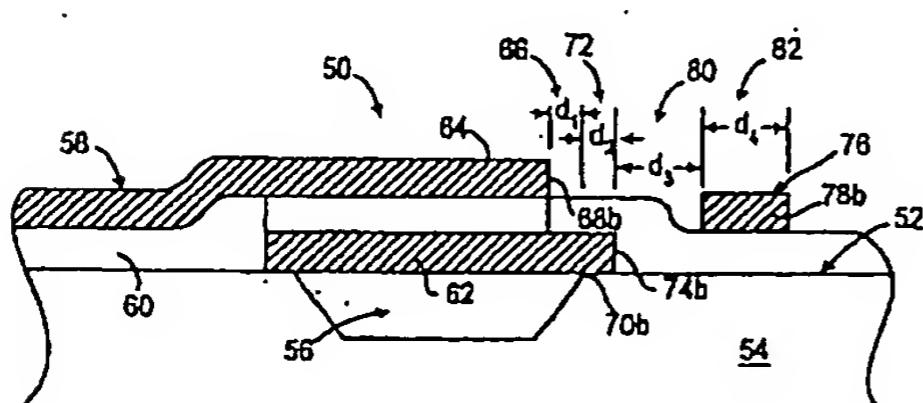
[図4]

〔圖3〕

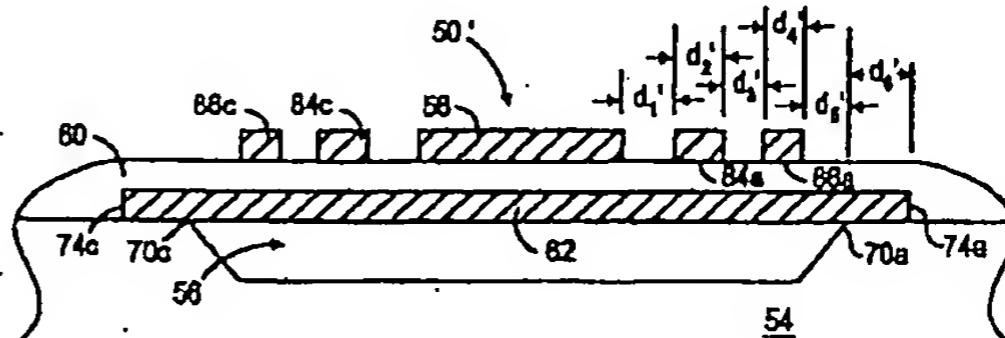


This cross-sectional diagram illustrates a multi-layered semiconductor structure. At the bottom, a substrate layer 52 is shown. Above it, a layer 62 is labeled with dimension 74c. A thick, hatched layer 68c is positioned above 62. Layer 68c has a central opening 58. To the left of 58, a small rectangular feature 78c is shown. To the right of 58, a vertical stack consists of a thin layer 68a, a thick hatched layer 72, and a thin layer 66. The thicknesses of these three layers are indicated by dimensions  $d_1$ ,  $d_2$ , and  $d_3$  respectively. To the right of this stack, another vertical stack is shown, consisting of a thin layer 80, a thick hatched layer 82, and a thin layer 78a. The total thickness of this final stack is indicated by dimension  $d_4$ . The entire structure is bounded by a top surface 50.

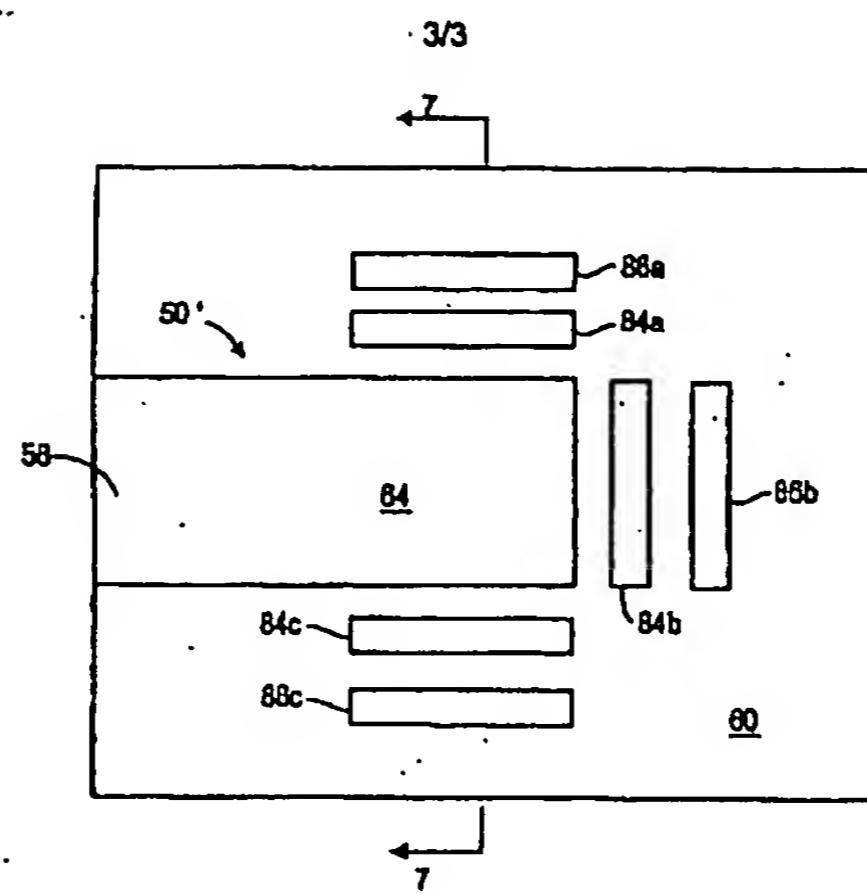
〔圖5〕



[図7]



[図6]



フロントページの続き

(71)出願人 399117121

395 Page Mill Road  
Palo Alto, California  
U. S. A.

(72)発明者 ジョン・ディ・ラーソン, サード

アメリカ合衆国カリフォルニア州94031,  
パロ・アルト, テニーソン・アベニュー  
143

(72)発明者 ポール・ディ・ブラッドリー

アメリカ合衆国カリフォルニア州94040,  
マウンテン・ビュー, ファイエット・ドライブ  
2680 #120

F ターム(参考) 5J108 AA07 BB07 CC01

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The 1st electrode with which it has been arranged so that said crevice may be covered on said front face of the substrate equipped with the crevice formed in the front face, and said substrate, and only the 1st distance (d2) was prolonged exceeding two or more edges of said crevice, and the 1st field was demarcated among them, The piezoelectric material arranged so that said 1st electrode may be covered on said front face of said substrate, It is the 2nd electrode containing the part arranged on said crevice while having been arranged on said piezoelectric material. Have at least one edge by which only the 2nd distance (d1) is offset for said part from the edge to which said crevice corresponds, it is arranged on said crevice, and the 2nd field is demarcated among them. For the impedance of said 1st field, said 2nd field is an elastic resonator with which it has the 2nd electrode equipped with a different impedance, and the lap of said the 1st electrode, said piezoelectric material, and said 2nd electrode forms the elastic cavity of said resonator.

[Claim 2] An elastic resonator [ equipped with width of face (d2, d1) almost equal to the quarter-wave length of the elastic wave which crosses a field to the side, respectively and progresses of said 1st and 2nd fields ] according to claim 1.

[Claim 3] An elastic resonator according to claim 2 with the width of face (d2) of said 1st field narrower than the width of face (d1) of said 2nd field.

[Claim 4] It had further the structure arranged on said piezoelectric material, and said structure is arranged in a predetermined distance (d3) from the edge of said 1st electrode corresponding to at least one of the edges of said 2nd electrode offset from said edge to which said crevice corresponds. The 3rd field It has extended in said structure from said edge of said 1st electrode. Said 3rd field It is an elastic resonator [ almost equal to the quarter-wave length of the elastic wave which is equipped with a different impedance from the impedance of said 1st field, and said predetermined distance (d3) crosses said 3rd field to the side, and progresses ] according to claim 1.

[Claim 5] It is the elastic resonator according to claim 4 equipped with width of face (d4) almost equal to the quarter-wave length of the elastic wave which said 4th field crosses said 3rd field to the side, and progresses by demarcating the 4th field according to said structure, and equipping said 4th field with a different impedance from the impedance of said 3rd field.

[Claim 6] Said structure is an elastic resonator according to claim 4 with which it has two or more parts, and only a predetermined distance (d3) separates from the edge to which said 1st electrode corresponds, and arranges each part.

[Claim 7] Said two or more parts are elastic resonators according to claim 6 currently extended around the edge of the plurality [ connect mutually and / structure / said ] of said 1st electrode.

[Claim 8] It has further at least one structure arranged at said piezoelectric material on said crevice. Said at least one structure It is arranged at a predetermined distance (d1') from said at least one edge of said 2nd electrode offset from said edge to which said crevice corresponds. The 3rd field has extended in said structure from said edge of said 2nd electrode. Said predetermined distance (d1') Are almost equal to the quarter-wave length of the elastic wave which crosses said 3rd field to the side and progresses. In that case the 4th field It is demarcated according to said structure. Said 4th field It is the elastic resonator according to claim 1 equipped with width of face (d2') almost equal to the quarter-wave length of the elastic wave which said 4th field crosses

said 4th field to the side, and progresses by having a different impedance from the impedance of said 3rd field.

[Claim 9] Two structures are arranged in parallel with said piezoelectric material on said crevice. The 2nd structure It is arranged from said 1st structure at the 2nd predetermined distance (d3'). Said 2nd predetermined distance (d3') Are almost equal to the quarter-wave length of the elastic wave which crosses the 5th field between said 1st and 2nd structures to the side, and progresses. The 6th field It is the elastic resonator according to claim 8 equipped with width of face (d4') almost equal to the quarter-wave length of the elastic wave which said 6th field crosses said 6th field to the side, and progresses by being demarcated according to said 2nd structure.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the elastic resonator which can be used as a filter in an electronic circuitry in more detail about an elastic resonator (acoustic resonator).

[0002]

[Description of the Prior Art] From the demand to low-cost-izing and a miniaturization of electronic equipment, the small filter member is demanded continuously. By consumer electronics like a cellular phone or small radio, the severe limit is \*\*(ed) to the magnitude and cost of components which are built in. Many of these equipments are using the filter which must be aligned with an exact frequency. Therefore, continuous efforts have been made in order to offer filter equipment that it is not expensive and small.

[0003] The type with the filter member which may suit these needs consists of elastic resonators. A bulk length elastic wave is used for these devices into thin film piezoelectric material. In one easy configuration, a piezoelectric-material layer is pinched between two metal electrodes. It is hung in air, this pinching configuration having a perimeter supported. If an electrical potential difference is applied and electric field are generated by inter-electrode [ two ], piezoelectric material will transform some electrical energy into mechanical energy in the form of an elastic wave. An elastic wave is spread to the lengthwise direction which is the same direction as electric field, and is reflected by the electrode and the air interface. Furthermore, an elastic wave is spread also in the direction which crosses electric field, and is reflected by various discontinuous parts in the edge of an electrode or structure.

[0004] This device is a mechanical resonator connectable with electronics. Therefore, this device can be a filter. Mechanical resonance frequency seems for 1/2 wave of the elastic wave which spreads a device perpendicularly to become equal to the thickness of the whole device to the predetermined phase velocity of the sound in an ingredient. Since the speed of sound is slower than the rate of light 4 figures, the resonator obtained becomes very small. A diameter can constitute the resonator applied to the range of GHz from physical magnitude less than 100 microns and whose thickness are several microns.

[0005] The thin film bulk elastic resonator (thin film bulk acoustic resonator:FBAR) and the laminating thin film bulk elastic resonator (stacked thin

film bulk wave acoustic resonator:SBAR) contain the piezo-electric thin film equipped with the thickness of 1-2-micron order by which the spatter was carried out. The electric field to which the electrode of a front face and a base pinches a piezo-electric thin film, and pierces through piezoelectric material are made. In other words, a piezo-electric thin film changes a part of this electric field into a mechanical place. FBAR is the monolayer of piezoelectric material and functions as an absorption filter. SBAR accumulates two or more layers, and is constituted, and that electrode is constituted between the front face of this pile between layers, and a base. SBAR is usually used as a transparency filter.

[0006] Although this invention is explained about FBAR in order to simplify the following explanation, probably, the place similarly applicable to SBAR which this invention suggests will be clear. The part contained between the superposition of an electrode among piezo-electric thin films forms an elastic cavity. The main oscillation modes of this cavity are compression, a share, and a plate mold, and are spread to the lengthwise direction where the field of an electrode and an elastic wave cross at right angles. Other oscillation modes which can be excited exist in an unfortunate thing. The these so-called "transverse modes (lateral mode)" resonance corresponds to the elastic wave which spreads in parallel with the field of an electrode and is reflected by the discontinuous part of the wall of an elastic cavity, or the edge of an electrode layer. If these transverse modes arise, mechanical energy will be lost as heat. Loss of this energy has a bad influence on the quality (quality, acute [ of resonance ]) of FBAR. Reduction of the energy loss by transverse-mode resonance improves the quality factor (Q value) of FBAR, and enables the design of a sharp frequency resonance filter, a duplexer, and the oscillator of a low phase noise.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The purpose of this invention is to offer the bulk elastic resonator of the high quality which reduced the energy loss by transverse-mode oscillation.

[0008]

[Means for Solving the Problem] According to one example of this invention, the elastic resonator is equipped with a substrate, the 1st and 2nd electrodes, and piezoelectric material. A substrate is equipped with the crevice formed in the front face. The 1st electrode which covers the crevice of the front face of a substrate and is arranged offers an electrode and an air interface, it is prolonged so that only the 1st distance may exceed the edge of a crevice, and it forms the 1st field among them. Piezoelectric material is the front face of a substrate, and it is arranged so that the 1st electrode may be covered. The 2nd electrode has been arranged on piezoelectric material and equipped with the part located on a crevice. Only the 2nd distance is equipped with at least one edge offset from the edge to which a crevice corresponds, and the part of the 2nd electrode located on a crevice forms the 2nd field for it among them. The lap of the 1st and 2nd electrodes and piezoelectric material forms the elastic cavity of a resonator. Since the ingredient in these two fields is different, the 1st and 2nd fields have a mutually different impedance. Furthermore, since each of the 1st and 2nd distance is almost equal to the quarter-wave length of the elastic wave which passes through each field to the side, it interferes, and there is reflection from the edge of those fields, and it makes the reflection factor of a resonator max so that it may suit in slight strength. In this way, the 1st and 2nd fields function as a Bragg reflection object, return from transverse-mode resonance to the elastic cavity of a resonator, an elastic wave is reflected, and these elastic waves are changed into main oscillation mode required subsequently.

[0009] An elastic resonator reflects the elastic wave of the addition which is equipped with the circumference reflective system on it, and returns from a transverse-mode resonator to the elastic cavity of a resonator. A circumference reflective system can be equipped with the structure which is on the structure and the crevice which have been arranged on the piezoelectric material around the 1st electrode, and has been arranged on the piezoelectric material of the 2nd perimeter of an electrode. The structure where it was located by predetermined distance from the edge of the 1st electrode corresponding to the edge of the 2nd

electrode offset as a former example from the edge to which a crevice corresponds is included. The 3rd field has extended in this structure from that edge of the 1st electrode. The 3rd field is equipped with a different impedance from the impedance of the 2nd field, therefore a predetermined distance becomes almost equal to the quarter-wave length of the elastic wave which passes through this 3rd field to the side. Forming [ therefore ] the 4th field equipped with a different impedance from the impedance of the 3rd field in itself [ structure ], the width of face of this 4th field becomes almost equal to the quarter-wave length of the elastic wave which passes through this 4th field to the side.

[0010] The example of the latter structure is in a predetermined distance from the edge of the 2nd electrode offset from the edge to which a crevice corresponds, while being arranged at the piezoelectric material on a crevice. The 3rd field extends from that edge of the 2nd electrode to structure, therefore a predetermined distance becomes almost equal to the quarter-wave length of the elastic wave which passes through this 3rd field to the side. Like an above-mentioned example, the 4th field equipped with a different impedance from the impedance of the 3rd field is formed in itself [ structure ], and the width of face of the 4th field becomes almost equal to the quarter-wave length of the elastic wave which passes through this 4th field to the side.

[0011] How to constitute an elastic resonator is explained according to other examples of this invention. This approach includes preparing the substrate equipped with the crevice formed in that front face, and the 1st electrode arranged on the front face. Only the 1st distance is prolonged exceeding the edge of this crevice, and the 1st electrode forms the 1st field among them while being arranged on a crevice. This approach includes making the 2nd electrode adhere on this piezoelectric material while making piezoelectric material adhere to the front face of the substrate on the 1st electrode further. The lap of the 1st and 2nd electrodes and piezoelectric material forms the elastic cavity of a resonator. The 2nd electrode forms the 2nd field only for the 2nd distance among

them including the part arranged on the crevice equipped with at least one edge offset from the edge to which a crevice corresponds. This 2nd field is equipped with a different impedance from the 1st impedance. Furthermore, each 1st and 2nd distance is almost equal to the quarter-wave length of the elastic wave which crosses each field to the side and is passed, and the 1st and 2nd fields form a Bragg reflection object. Other structures which were mentioned above may be added so that an elastic wave may be further reflected in the elastic cavity of a resonator and it may return from transverse-mode resonance again. this invention refers to the drawing of the attachment which uses the similar reference mark for the member which was common in various drawings -- this contractor -- an understanding -- the purpose, configuration, and advantage of the many are also a clear thing while it is easy.

[0012]

[Embodiment of the Invention] With reference to drawing 1 and drawing 2 which are the sectional view of FBAR and SBAR, he can understand this invention easily, respectively. In drawing 1 , FBAR10 currently formed by the substrate 12 is equipped with the electrodes 14 and 18 of a pars basilaris ossis occipitalis and a front face, respectively, and these electrodes have sandwiched the sheet of piezoelectric material 16. Piezoelectric material 16 is hung on a crevice 20, and forms the electrode and the air interface in the pars basilaris ossis occipitalis of FBAR. A crevice 20 is usually made by corroding and removing some substrates 12. Although it is desirable that it is aluminum nitride AlN as for piezoelectric material, other piezoelectric material may be used. Although being made from molybdenum is desirable as for electrodes 14 and 18, they may constitute an example using other ingredients. System of coordinates 22 correspond to the wave by which the z-axis turned to the lengthwise direction of one of mode types, and bearing is set that a x axis and the y-axis correspond to the wave which was suitable in the crossing direction of compression, a share, or a plate mode type to them.

[0013] These devices are designed so that the bulk compression or the share

elastic wave spread according to required resonator mode in the direction parallel to the z-axis in thin film piezoelectric material may be used. When electric field are generated by inter-electrode [ two ] by impressing an electrical potential difference, piezoelectric material transforms some electrical energy into the mechanical energy of the form of an elastic wave. An elastic wave is spread in the same direction as the electric field shown by 24, and is reflected in an electrode and an air interface.

[0014] In the case of mechanical resonance, since a device is considered to be the resonator of electronics, a device can function as a notch filter. Mechanical resonance frequency is a frequency to which the half-wave length of the elastic wave which advances the inside of a device becomes equal to the thickness of the whole device to the predetermined compound presentation phase rate of the elastic wave in an ingredient. Since the rate of an elastic wave is slower than the rate of light 4 figures, the obtained resonator is made very small. The resonator applied to the range of GHz can consist of die length of 100 microns, and physical magnitude of order with a thickness of several microns.

[0015] Drawing 2 is the sectional view of SBAR30. SBAR is equipped with the function similar to the electric function of a band-pass filter. SBAR(s)30 are two FBAR filters connected mechanically fundamentally. The crevice of the method of a bottom subordinate of piezoelectric material is omitted from this drawing. The signal between the electrode 32 in the resonance frequency of the piezo-electric layer 36 and 34 spreads elastic wave energy in the piezo-electric layer 38. The mechanical oscillation of the piezoelectric-material layer 38 is changed into the electrical signal between an electrode 34 and 40 by piezoelectric material.

[0016] Again, in order to generate a wave required type in drawing 1 , when potential is given in the direction of z inter-electrode, the mechanical deformation which was suitable in the crossing direction occurs, and the elastic wave which advances the inside of a piezo-electric layer to the side is excited. although reflection by the abrupt change of the consistency in the edge of the electrode shown by 24 becomes dominant in these elastic waves -- the edge of a crevice --

or it may be reflected by the edge of a piezo-electric layer. A part of elastic wave passes an edge, without being reflected in an edge, and it serves as heat loss. Loss of this energy by these transverse modes reduces the quality factor (Q value) of FBAR.

[0017] Drawing 3 - drawing 5 show the example of FBAR50 according to one example of this invention. Drawing 3 is the top view of FBAR and drawing 4 and drawing 5 are the sectional views seen almost along with 4-4 line and five to 5 line, respectively. FBAR50 is formed in the front face 52 ( drawing 4 , drawing 5 ) of a substrate 54, is arranged on the crevice 56 of a substrate 54, and provides the pars basilaris ossis occipitalis of FBAR with the electrode and the air interface. FBAR50 is equipped with the surface electrode layer 58, the piezoelectric-material layer 60, and the electrode layer 62 of a pars basilaris ossis occipitalis. In drawing 3 , the electrode layer 62 and crevice 56 of a pars basilaris ossis occipitalis are shown by the broken line, and are arranged by both under the piezoelectric-material layer 60. The surface electrode layer 58 is equipped with the part 64 prolonged on the crevice 56 in the front face 52 of a substrate 54. The lap of the part 64 of the surface electrode layer 58, the piezoelectric-material layer 60, and the electrode layer 62 of a pars basilaris ossis occipitalis forms the elastic cavity of FBAR.

[0018] FBAR50 by this invention is improved FBAR equipped with Q value conventionally higher than well-known FBAR. This is based on the circumference reflective system of a perimeter of FBAR which makes loss of the energy from FBAR small. The circumference reflective system has two or more fields committed as a Bragg reflection object which can circulate through the energy from transverse-mode resonance, can return the energy to an elastic cavity, and can be again transformed to the main oscillation mode of FBAR.

[0019] The 1st field 66 where the circumference reflective system is prolonged to the corresponding edges 70a, 70b, and 70c in a crevice 56 from the edges 68a, 68b, and 68c in the part 64 of the surface electrode layer 58, It has the 2nd field 72 which has extended to the corresponding edges 74a, 74b, and 74c in the

electrode 62 of a pars basilaris ossis occipitalis from the corresponding edges 70a, 70b, and 70c in a crevice 56. The 1st field 66 is equipped with some electrodes 62 of the piezoelectric-material layer 60 and the pars basilaris ossis occipitalis arranged on the crevice 56 as best shown in drawing 4 and drawing 5 . The 2nd field 72 is equipped with the piezoelectric-material layer 60, and the electrode 62 and substrate 54 of a pars basilaris ossis occipitalis. It is made for the 1st field to have a different impedance from the impedance of the 2nd field by changing the ingredient of the 1st field and the 2nd field. Since the 1st field does not contain the surface electrode 58, the impedance in the 1st field is the elastic cavity of FBAR, or differ further.

[0020] The 1st field 66 has the width of face or distance d1 equal to distance from the edges 68a, 68b, and 68c in the surface electrode 58 to the corresponding edges 70a, 70b, and 70c in a crevice 56. Similarly, the 2nd field 72 has the width of face or distance d2 which is the distance between the edges 70a, 70b, and 70c in a crevice 56, and the corresponding edges 74a, 74b, and 74c in the electrode 62 of a pars basilaris ossis occipitalis. Each distance d1 and d2 is almost equal to the quarter-wave length of the elastic wave which crosses each field to the side and advances. In the desirable example by this invention, distance d1 is larger than distance d2, and distance d2 is about 2 microns. For the mismatching of the impedance between the elastic cavity of FBAR, and the 1st field, and the impedance of the 1st field and the 2nd field, some of elastic waves from transverse-mode resonance are reflected and returned to the elastic cavity of FBAR50. Thus, arrangement of the 1st and 2nd fields 66 and 72 enables control by FBAR50 of transverse-mode resonance.

[0021] The circumference reflective system arranges structure 76 further to the FBAR50 neighborhood. According to the desirable example of this invention, structure 76 is equipped with two or more parts 78a, 78b, and 78c, and is surrounding FBAR50 except for one side. However, this contractor will notice that structure 76 can be constituted from fewer parts. Moreover, this part of each other does not need to be connected. As for each part 78a, 78b, and 78c, only

distance d3 is offset from the corresponding edges 74a, 74b, and 74c in the 1st electrode. Thus, the 3rd field 80 equipped with width of face equal to distance d3 is formed between the edges 74a, 74b, and 74c in the electrode of a pars basilaris ossis occipitalis, and structure 76. The impedance of the 3rd field 80 differs from it of the 2nd field 72. This difference of an impedance is because there is no electrode layer 62 of a pars basilaris ossis occipitalis in the 3rd field 80. Thus, the 3rd field 80 contains only the piezoelectric-material layer 60 and a substrate 54. Since the distance d3 of the 3rd field 80 is chosen so that it may become almost equal to the quarter-wave length of the elastic wave which crosses this 3rd field 80 to the side, and is passed, it interferes in the reflection in the edge of the 3rd field 80 so that it may suit in slight strength.

[0022] As for structure 76, it is desirable to be made from the respectively same ingredient as a front face and the ingredient of the electrodes 58 and 62 of a pars basilaris ossis occipitalis, and it can adhere to the piezoelectric-material layer 60 at a surface electrode 58 and coincidence. Structure 76 has width of face d4. The 4th field 82 which has width of face d4 contains this structure 76, the piezoelectric-material layer 60, and the substrate 54. The impedance of the 4th field 82 differs from it of the 3rd field 80. Since the width of face d4 of the 4th field 82 is chosen so that it may become almost equal to the quarter-wave length of the elastic wave which crosses the 4th field 82 to the side and is passed, it interferes in the reflection in the edge of the 4th field 82 so that it may suit in slight strength.

[0023] Thus, in the circumference reflective system by this invention, since the distance d1, d2, d3, and d4 in each of the 1st field 66, the 2nd field 72, the 3rd field 80, and the 4th field 82 is chosen carefully To the transverse-mode resonance in FBAR50, it interferes in the elastic wave reflected from the edge in each field so that it may suit in slight strength, and it makes the reflection coefficient of FBAR50 max. Consequently, these fields are committed as a Bragg reflection object, and the energy from the transverse-mode resonance with a possibility of being lost is reflected and returned to the elastic cavity of FBAR50.

Energy will be changed into the required main oscillation mode of FBAR in the lengthwise direction which intersects perpendicularly with the field of an electrode if the return by reflection to an elastic cavity arises.

[0024] It will be clear to this contractor that the rate of the energy from the transverse-mode resonance which the structure of an addition similar to structure 76 can keep and arrange spacing around structure 76, and is returned to the elastic cavity of FBAR by reflecting can be increased although not shown in drawing. If the Bragg reflection object prepared in a circumference reflective system increases, a circumference reflective system will approach further the ideal reflecting mirror which reflects all the energy returned to the elastic cavity of FBAR by reflecting.

[0025] On a substrate, FBAR50 containing a circumference reflective system is the following, and can be made and constituted, and this includes manufacturing FBAR on a well-known silicon wafer conventionally at coincidence. However, since it is easy, an argument will be restricted to single FBAR. A crevice 56 is first corroded by the front face 52 of a substrate 54. Subsequently, it prevents that Lynn is spread in a substrate 54 from the phosphorus silica glass (phosphor-silica-grass:PSG) used for the process which the thin film of a thermal oxidation object is grown up into a front face 52, and follows. This diffusion gives conductivity to the silicon used as a substrate, and interferes with electric actuation of a final device.

[0026] A front face 52 adheres to a self-sacrificing PSG layer (not shown) at the temperature of about 450 degrees C using SHIRIKEN (silicane, silane) which constitutes the vitrified soft ingredient which subsequently includes about 8% of Lynn, and P2O5. Subsequently a PSG layer is ground using a slurry, removes the part of PSG of the crevice 56 exterior, and finishes the PSG part of a crevice 56 "in the shape of a mirror plane." Subsequently a substrate is washed.

[0027] After washing, while adhering to an electrode layer, it is corroded alternatively and the electrode 62 of the pars basilaris ossis occipitalis of FBAR50 is formed. Various ingredients like molybdenum, aluminum, a tungsten,

gold, platinum, and titanium can use as an electrode. Since molybdenum is equipped with the low thermoelastic loss, it is suitable for using for a resonator.

[0028] After adhering to the electrode 62 of this pars basilaris ossis occipitalis, it adheres to the piezoelectric-material layer 60. In one example, a piezoelectric-material layer is a spatter vacuum evaporationo layer of AlN equipped with the thickness are thick in the range of about 0.1 to 10 microns. Subsequently to the piezoelectric-material layer 60, it adheres to the surface electrode layer 58 and the structure 76 which consist of same ingredients as the electrode 62 of a pars basilaris ossis occipitalis, and they are corroded alternatively.

[0029] Subsequently, electromagnetic effect on the filter formed while the pars basilaris ossis occipitalis of a substrate is made thin, is removed from the lower part of a substrate in an ingredient and has a thermal property improved by wrapping, plasma corrosion, or chemistry and mechanical-polishing (CMP) processing is made small. A self-sacrificing PAG layer and a self-sacrificing heat oxide layer are removable from a crevice 56 at any time, after adhering to the electrode 62 of a pars basilaris ossis occipitalis. In the desirable example of this invention, a PAG layer and a heat oxide layer are removed, after a substrate is made thin. It is removed when beer (not shown) is formed in a substrate so that a PSG layer may be exposed, therefore a PSG layer and a heat oxide layer corrode in an H<sub>2</sub>O:HF diluent. Obtained FBAR is shown in drawing 3 - drawing 5 .

[0030] Drawing 6 and drawing 7 show other examples of FBAR50' equipped with the circumference reflective system by this invention. FBAR50' is a circumference reflective system containing the reflector of two or more 1st and 2nd elements. 1st two or more element reflector is equipped with Members 84a, 84b, and 84c, and 2nd two or more element reflector is equipped with Members 86a, 86b, and 86c. Although it can have additional two or more element reflector, it is not shown in order to simplify illustration.

[0031] On the crevice 56 formed in the substrate 54, it differs in the structure 76 shown in drawing 3 which is not arranged - drawing 5 , and 1st and 2nd two or more element reflectors are arranged on a crevice 56, and offer more effective

structure as best shown in drawing 7 . The reflector members 84a, 84b, 84c, 86a, 86b, and 86c are equipped with the higher elastic impedance. Each of the reflector members 84a, 84b, and 84c is equipped with width-of-face d2' while only distance d1' is left and arranged from the edge to which the surface electrode 58 corresponds. Similarly, each of the reflector members 86a, 86b, and 86c is equipped with width-of-face d4' while only distance d3' separates and is arranged from the reflector members 84a, 84b, and 84c, respectively. Only distance d5' is left and arranged from each edge 70a, 70b, and 70c of the crevice 56 where the reflector members 86a, 86b, and 86c were formed in the substrate 54, and from each edge 74a, 74b, and 74c of the electrode 62 of a pars basilaris ossis occipitalis, the edges 70a, 70b, and 70c of a crevice 56 leave only distance d6', and are arranged. Since distance d1', d3', d5' and d6', width-of-face d2', and d4' are chosen as the precision, the each is almost equal to the quarter-wave length of the elastic wave which crosses a specific field and advances to the side, it is in phase to FBAR50', reflects the transverse mode, and is returned.

[0032] Additional two or more element reflector or structure similar to the structure 76 in drawing 3 - drawing 5 can prepare in the outside of the crevice 56 of the 1st and 2nd perimeters of two or more element reflector. FBAR50' equipped with two or more element reflector is made in a way similar to the way mentioned above about FBAR50 in drawing 3 - drawing 5 .

[0033] As mentioned above, this invention offers improved FBAR with little energy from transverse-mode resonance. The circumference reflective system of FBAR and surrounding structure form a series of Bragg reflection objects which make the energy from transverse-mode resonance return to the elastic cavity of FBAR again, and the energy is changed into the desirable longitudinal mode in that case. This invention offers improved FBAR equipped with high Q value, and enables the design of a sharp frequency resonance filter, a duplexer, and the oscillator of a low phase noise.

[0034] It will be obvious to this contractor that it is what can be performed without modification and correction deviating from this invention in the large viewpoint

although it was explained while the specific example of this invention was illustrated. For example, although the elastic cavity of FBAR currently illustrated is equipped with the rectangular configuration, what kind of polygon is sufficient as an elastic cavity. In order to lessen the abnormalities in absorption out of which it is especially produced and cheated by the transverse mode, the elastic cavity equipped with the irregular polygon configuration (for example, irregular quadrilateral) is convenient. The circumference reflective system by this invention can be designed for FBAR equipped with the elastic cavity of a non-rectangle. Thus, the claim added in writing includes all such modification and corrections in those range so that it may go into the true pneuma of this invention, and within the limits.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view of a FBAR resonator.

[Drawing 2] It is the sectional view of a SBAR resonator.

[Drawing 3] It is the top view of FBAR according to one example of this invention.

[Drawing 4] It is the sectional view seen almost along with the line 4-4 of drawing

3.

[Drawing 5] It is the sectional view seen almost along with the line 5-5 of drawing 3.

[Drawing 6] It is the top view of FBAR according to other examples of this invention.

[Drawing 7] It is the sectional view seen almost along with seven to 7 line of drawing 6.

[Description of Notations]

50 Elastic Resonator

52 Substrate Front Face

54 Substrate

56 Crevice

58 2nd Electrode

60 Piezoelectric Material

62 1st Electrode

64 Part

68a, 68b, 68c Edge of the 2nd electrode

70a, 70b, 70c Edge of a crevice

72 1st Field

d1 The 2nd distance

d2 The 1st distance

76 Structure

74a, 74b, 74c Edge of the 1st electrode

84a, 84b, 84c Structure

86a, 86b, 86c Structure

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

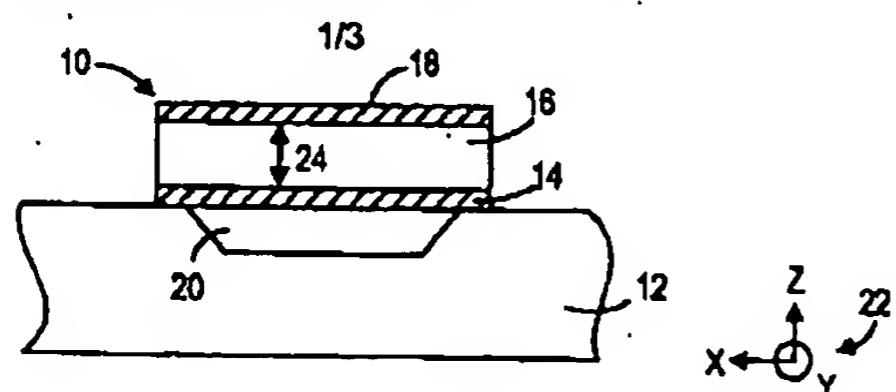
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

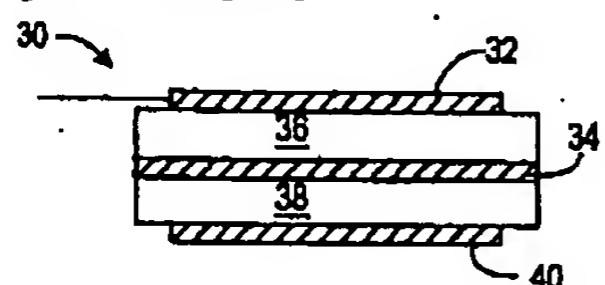
## DRAWINGS

---

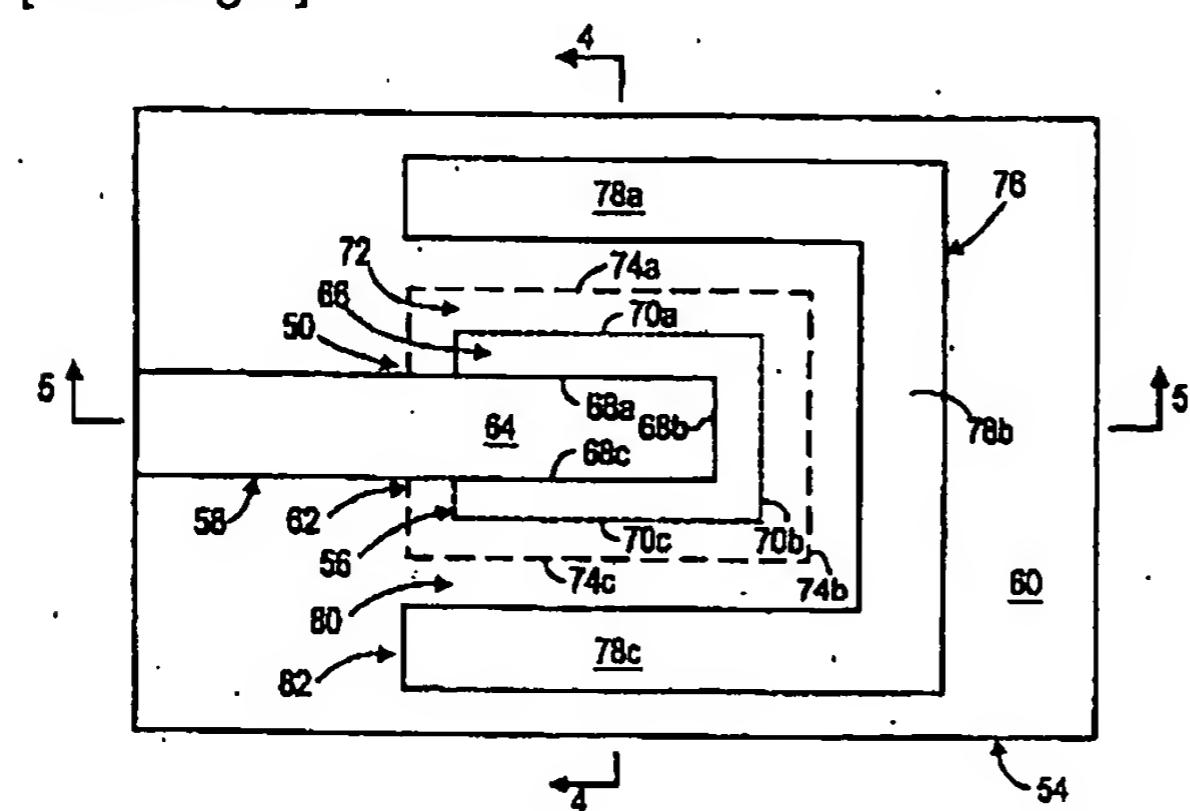
[Drawing 1]



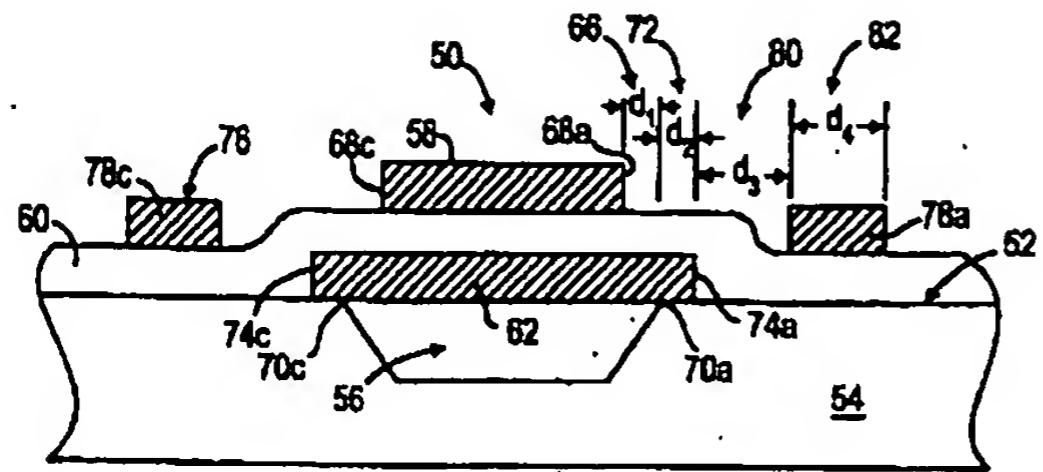
[Drawing 2]



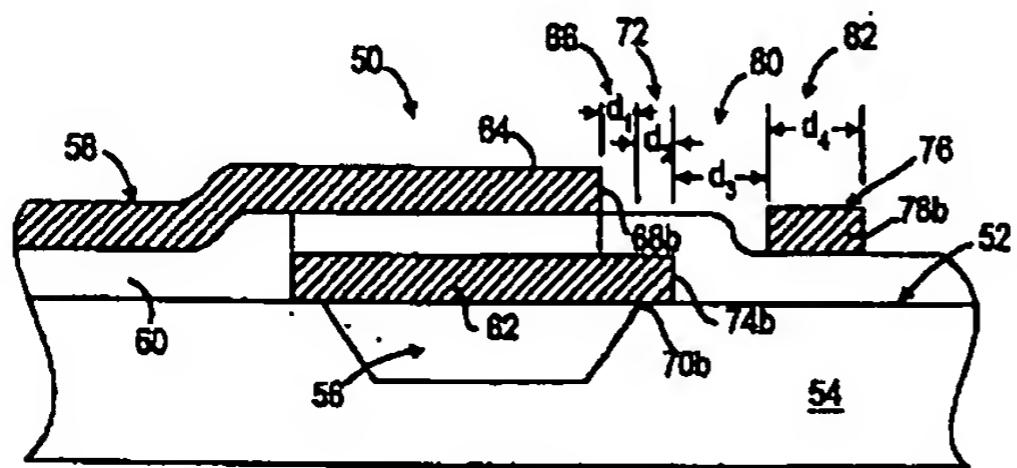
[Drawing 3]



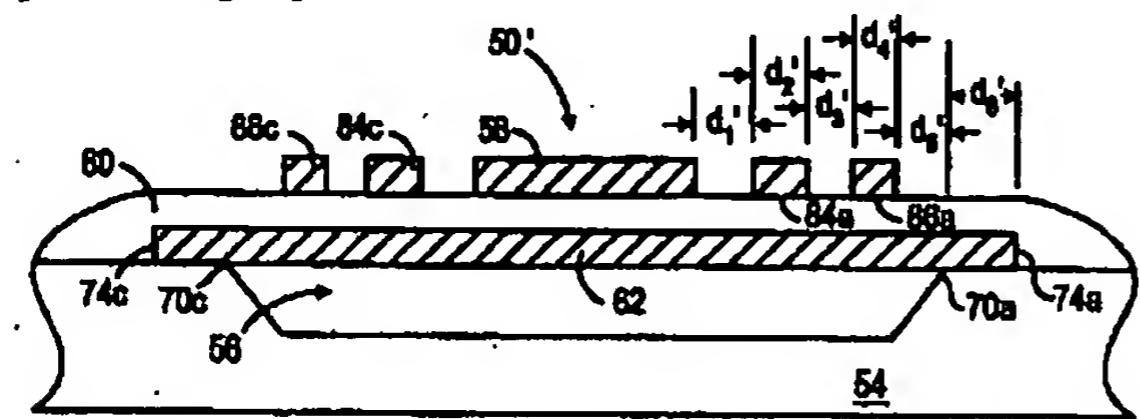
[Drawing 4]



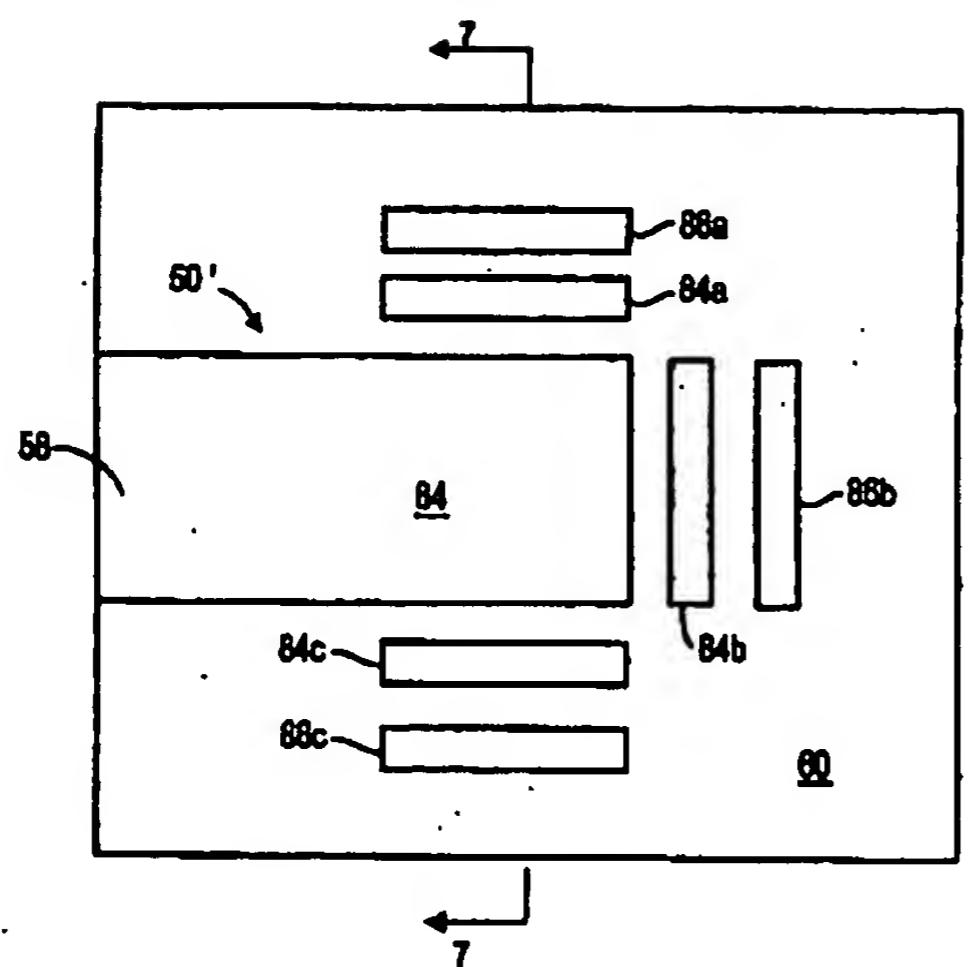
[Drawing 5]



[Drawing 7]



[Drawing 6]



---

[Translation done.]